

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-341554

(43)Date of publication of application : 27.11.1992

(51)Int.Cl.

C23C 14/02  
C23C 14/54  
H01L 21/203

(21)Application number : 03-114412

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 20.05.1991

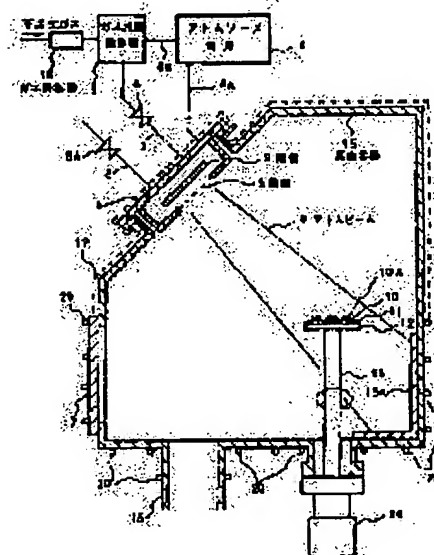
(72)Inventor : HORINO MASAYA  
KONO AKIOMI  
KANAMARU MASATOSHI

## (54) ACTIVATING METHOD AND DEVICE THEREFOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To uniformly activate plural objects without causing electrical damage, charge-up and contamination by contaminants dropping from the inner wall of a device and a corpuscular beam source and impurities in gas fed to the beam source.

CONSTITUTION: Gas is introduced into an atom source 1 through a gas purifier 18 and a gas flow rate regulator 5 subjected to feedback control with beam voltage or beam current and atom beams 9 are generated by cold cathode discharge. LSI chips 10 with formed solder bumps 10A on a ceramic tray 11 are activated with the atom beams 9 in vacuum.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-341554

(43) 公開日 平成4年(1992)11月27日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C	14/02	8414-4K		
	14/54	8414-4K		
H 0 1 L	21/203	S 8422-4M		
		M 8422-4M		

審査請求 未請求 請求項の数15(全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平3-114412

(22) 出願日 平成3年(1991)5月20日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 堀野 正也

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 河野 顕臣

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 金丸 昌敏

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 高田 幸彦

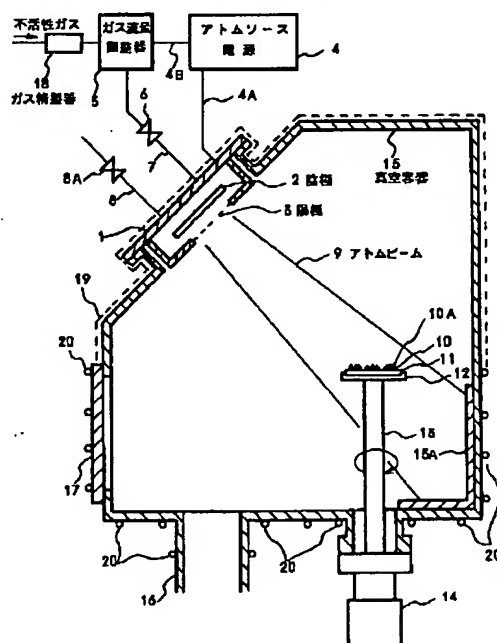
(54) 【発明の名称】 活性化方法とその装置

(57) 【要約】

【目的】複数の対象物を電氣的にダメージ、チャージアップを与えず、装置内壁や粒子ビーム源から落下する汚染物及び粒子ビーム源に供給するガス中の不純物で汚染させることなく、均一に活性化する。

【構成】ガス精製器18とビーム電圧あるいはビーム電流によってフィードバック制御されたガス流量調整器5を通してガスをアトムソース1に導入し、冷陰極放電によってアトムビーム9を発生させ、セラミックス製トレイ11に載せられたはんだパンプ10Aが形成されたLSチップ10を真空中にて活性化する。

活性化装置例(図1)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】活性化すべき対象物に真空中にて粒子ビームを照射することにより、該対象物を活性化する方法において、前記対象物を複数個搭載したトレイを前記粒子ビームが照射される位置に置き、前記ビームのビーム電圧及び／またはビーム電流に基づいてガスを流量調整して粒子ビーム源に供給することにより前記ビーム電圧及び／またはビーム電流をフィードバック制御し、該粒子ビーム源から前記トレイ上の対象物に前記粒子ビームを照射することを特徴とする活性化方法。

【請求項2】活性化すべき対象物に真空中にて粒子ビームを照射することにより、該対象物を活性化する方法において、前記対象物を複数個搭載したセラミックス製のトレイあるいはセラミックコーティングされたトレイを前記粒子ビームが照射される位置に置き、前記ビームのビーム電圧及び／またはビーム電流に基づいてガスを流量調整して粒子ビーム源に供給することにより前記ビーム電圧及び／またはビーム電流をフィードバック制御し、該粒子ビーム源から前記トレイ上の対象物に前記粒子ビームを照射することを特徴とする活性化方法。

【請求項3】活性化すべき対象物に真空中にて粒子ビームを照射することにより、該対象物を活性化する方法において、前記対象物を複数個搭載したセラミックス製のトレイあるいはセラミックコーティングされたトレイを前記粒子ビームが照射される位置に置き、ガスを流量調整して粒子ビーム源に供給することにより前記ビーム電圧及び／またはビーム電流を制御し、該粒子ビーム源から前記トレイ上の対象物に前記粒子ビームを照射することを特徴とする活性化方法。

【請求項4】請求項1、2または3において、前記ガスはガス精製器を介して前記粒子ビーム源に供給することを特徴とする活性化方法。

【請求項5】請求項1、2または3において、前記粒子ビーム源の全てのビーム射出穴の鉛直方向への投影が対象物と重なることのない位置に粒子ビーム源を設置することを特徴とする活性化方法。

【請求項6】請求項1、2または3において、前記ビームはアトムビームまたはサドルフィールド型イオンビームであることを特徴とする活性化方法。

【請求項7】請求項1、2または3において、前記対象物よりも上に位置する装置内表面は加熱し、下に位置する装置内表面は冷却することを特徴とする活性化方法。

【請求項8】請求項1、2または3において、前記粒子ビームが射出される穴の径及び／または配置間隔を穴の中心位置に応じて変化させることを特徴とする活性化方法。

【請求項9】請求項1、2または3において、活性化装置内を真空中に排気するに際し、粘性流領域の排気を前記粒子ビーム源を通して行うことを特徴とする活性化方法。

【請求項10】請求項1、2または3において、前記対象物が半導体部品あるいは絶縁体であり、前記粒子ビームがアトムビームであることを特徴とする活性化方法。

【請求項11】対象物を複数個搭載し得るトレイと、該トレイの置き台と、前記トレイに粒子ビームを照射する粒子ビーム源と、該粒子ビーム源に供給されるガスを純化するガス精製器と、ビーム電圧及び／またはビーム電流をガス流量調整にてフィードバック制御する制御装置と、該制御装置に付設するガス流量調整器とを備えてなることを特徴とする活性化装置。

【請求項12】対象物を複数個搭載し得るものでセラミックス製のトレイあるいはセラミックコーティングされたトレイと、該トレイの置き台と、前記トレイに粒子ビームを照射する粒子ビーム源と、該粒子ビーム源に供給されるガスを純化するガス精製器と、ビーム電圧及び／またはビーム電流をガス流量調整にてフィードバック制御する制御装置と、該制御装置に付設するガス流量調整器とを備えてなることを特徴とする活性化装置。

【請求項13】対象物を複数個搭載し得るものでセラミックス製のトレイあるいはセラミックコーティングされたトレイと、該トレイの置き台と、前記トレイに粒子ビームを照射する粒子ビーム源と、該粒子ビーム源に供給されるガスを純化するガス精製器と、ビーム電圧及び／またはビーム電流をガス流量調整にて制御する制御装置とを備えてなることを特徴とする活性化装置。

【請求項14】請求項11、12または13において、前記対象物よりも上に位置する装置内表面を加熱するためのヒータと、下に位置する装置内表面を冷却するための冷却機構とを備えることを特徴とする活性化装置。

【請求項15】請求項11、12または13において、前記粒子ビーム源はビーム源内を排気する排気口を設けたものであることを特徴とする活性化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は活性化方法とその装置に係り、特に金属、半導体、セラミックス、ガラス等で構成された部品表面の活性化に好適な活性化方法とその装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から金属、半導体、セラミックス、ガラスなどの活性化方法として粒子ビームを用いる活性化方法が広く知られている。粒子ビームによる活性化では、粒子ビームのスパッタリング効果によって対象物の表面に形成された酸化膜や表面に付着した水分、油脂等を除去して活性化が行われる。

【0003】粒子ビームによる活性化方法及び装置としては米国特許第427493号明細書及び特開昭59-150534号公報に開示されている方法及び装置がある。

【0004】また何等かのフィードバック制御にて表面

処理をしようとする従来技術として特開昭62-8525号公報、特開昭62-86727号公報、特開平1-168881号公報記載の技術がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 米国特許第427493号明細書及び特開昭59-150534号公報に開示された方法では、複数の対象物を同時に活性化することについては考慮されておらず、対象物の保持方法が未解決であった。また対象物を水平に置いた場合にはビーム源で発生した汚染粒子などが落下して対象物を汚染する可能性があった。更に粒子ビーム電流、ビーム電圧を安定させることが困難であった。

【0006】 またビーム源へ導入するガスの純度について考慮されておらず、ガス中の不純物が対象物を汚染する可能性があった。装置内の温度をコントロールしていないため、対象物より上側に位置する装置内の表面に付着物が堆積し、それが脱落して対象物を汚染する可能性もあった。粒子ビーム源内の排気はグリッドに設けられたビーム射出用の穴を通して行われるので、ビーム源内の付着物や反応生成物が排気時に吸い出され、対象物や装置内を汚染するという問題もあった。

【0007】 特開昭62-8525号公報、特開昭62-86727号公報、特開平1-168881号公報記載の技術はいずれもガス量制御をしてビーム電圧、ビーム電流を制御するものではなくビーム量（密度）を制御するものである。これらの技術はイオンビームを用いているが、例えばアトムビームに適合すると電圧、電流による対象物のダメージが発生し易く表面に打ち込む深さがコントロールできず変動して深い傷が発生し得る。

【0008】 ビーム量（密度）を制御するには予め余分（必要量以上の）ガスを制御してビーム源に供給しておく必要がある。それ故雰囲気圧力が高くならざるを得ない。その結果エッチング効率を上げることに限界がある。

【0009】 本発明の活性化方法の目的は、対象物をそれを載せたトレイに起因する汚染及び照射される粒子ビームによる汚染をほとんど生じずに一定のビーム電圧、電流にて対象物表面を活性化する方法を提供することにある。

【0010】 本発明の活性化装置の目的は、対象物をそれを搭載したトレイに起因する汚染及び照射される粒子ビームによる汚染をほとんど生じずに、一定のビーム電圧、ビーム電流にて対象物表面を活性化する装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】 上記活性化方法の目的は望ましくは複数個の対象物を搭載させるものとしてセラミックス製の或いはセラミックスコーティングされた金属製のトレイを使用し粒子ビーム源に供給するガスをガス精製器により純化し、更にビーム電圧及び/又はビ-

ム電流によってフィードバック制御されたガス流量調整器を通して粒子ビーム源にガスを供給することにより達成される。

【0012】 上記活性化装置の目的は望ましくは複数個の対象物を搭載させるセラミックス製の或いはあるいはセラミックスコーティングされた金属製のトレイと、粒子ビーム源に供給するガスを純化するガス精製器と、ビーム電圧或いはビーム電流にてフィードバック制御されたガスの流量調整器を用いて活性化装置を構成することにより達成される。

【0013】 本願第1番目の発明は対象物を複数個搭載したトレイを粒子ビームが照射される位置に置き、ビームのビーム電圧及び/またはビーム電流に基づいてガスを流量調整して粒子ビーム源に供給することによりビーム電圧及び/またはビーム電流をフィードバック制御し、粒子ビーム源からトレイ上の対象物に粒子ビームを照射することを特徴とする。

【0014】 本願第2番目の発明は対象物を複数個搭載したセラミックス製のトレイあるいはセラミックコーティングされたトレイを粒子ビームが照射される位置に置き、ビームのビーム電圧及び/またはビーム電流に基づいてガスを流量調整して粒子ビーム源に供給することによりビーム電圧及び/またはビーム電流をフィードバック制御し、粒子ビーム源からトレイ上の対象物に粒子ビームを照射することを特徴とする。

【0015】 本願第3番目の発明は対象物を複数個搭載したセラミックス製のトレイあるいはセラミックコーティングされたトレイを粒子ビームが照射される位置に置き、ガスを流量調整して粒子ビーム源に供給することによりビーム電圧及び/またはビーム電流を制御し、粒子ビーム源からトレイ上の対象物に粒子ビームを照射することを特徴とする。

【0016】 本願第4番目の発明は対象物を複数個搭載し得るトレイと、そのトレイの置き台と、トレイに粒子ビームを照射する粒子ビーム源と、粒子ビーム源に供給されるガスを純化するガス精製器と、ビーム電圧及び/またはビーム電流をガス流量調整にてフィードバック制御する制御装置と、制御装置に付設するガス流量調整器とを備えてなることを特徴とする。

【0017】 本願第5番目の発明は対象物を複数個搭載し得るものでセラミックス製のトレイあるいはセラミックコーティングされたトレイと、トレイの置き台と、トレイに粒子ビームを照射する粒子ビーム源と、粒子ビーム源に供給されるガスを純化するガス精製器と、ビーム電圧及び/またはビーム電流をガス流量調整にてフィードバック制御する制御装置と、制御装置に付設するガス流量調整器とを備えてなることを特徴とする。

【0018】 本願第6番目の発明は対象物を複数個搭載し得るものでセラミックス製のトレイあるいはセラミックコーティングされたトレイと、トレイの置き台と、ト

レイに粒子ビームを照射する粒子ビーム源と、粒子ビーム源に供給されるガスを純化するガス精製器と、ビーム電圧及び／またはビーム電流をガス流量調整にて制御する制御装置とを備えてなることを特徴とする。

【0019】ガスはガス精製器を介して粒子ビーム源に供給することが好ましい。粒子ビーム源は粒子ビーム源の全てのビーム射出用穴の鉛直方向への投影が対象物と重なることのない位置に設置することが好ましい。このように粒子ビーム源を設置することにより、粒子ビーム源内に付着した汚染物が脱落した場合にも装置内及び対象物を汚染せずに対象物表面を活性化することができる。

【0020】粒子ビーム源はビーム源内を排気する排気口を設けたものであることが好ましい。このように設けることにより、ビーム源内の付着物や反応生成物が脱落しても粘性流領域の真空排気時に装置内及び対象物を汚染しない粒子ビーム源を提供することができる。

【0021】ビームはアトムビームまたはサドルフィールド型イオンビームであることが好ましい。対象物が半導体部品或いは絶縁体であり粒子ビームがアトムビームであることにより、半導体部品に電氣的ダメージを与えないで活性化することができる。尚、サドルフィールド型イオンビームは陽極、陰極があり、両極間に電場をかけてビームを引き出すタイプのものである。

【0022】粒子ビームによる活性化装置内部の対象物よりも上に位置する装置内表面は加熱し、下に位置する装置内表面は冷却することが好ましい。その為装置は対象物よりも上に位置する装置内表面を加熱するためのヒータと、下に位置する装置内表面を冷却するための冷却機構とを備えることが望ましい。このように構成すれば、粒子ビームによる活性化を行う装置の内壁から脱落した付着物や反応生成物が対象物を汚染せずに対象物表面を活性化することができる。

【0023】粒子ビームが射出されるグリッドに形成される穴の径及び／または配置間隔を穴の中心位置に応じて変化させることが好ましい。これにより、複数の対象物を一度に均一に粒子ビームによって活性化することができる。

【0024】活性化装置内を真空中に排気するに際し粘性流領域の排気を前記粒子ビーム源を通して行うことが好ましい。粒子ビームによる活性化装置内を真空排気する際に粘性流領域の排気を粒子ビーム源を通して行うことにより、装置内の粘性流領域の排気時に粒子ビーム源内から脱落する付着物や反応生成物が対象物を汚染せずに対象物表面を活性化することができる。

【0025】

【作用】複数の対象物を載せるトレイ或いはトレイ表面層の構成材料はスパッタリングされて対象物に付着するが、本発明でトレイ或いはトレイ表面層として用いているセラミックス（例えば $AlN$ 、 $Al_2O_3$ 、 $SiC$ 、 $S$

$Si_3N_4$ 、 $SiAlON$ 、 $ZrO_2$ ）は金属、ガラス等に比較して一般にスパッタリングイールドが小さく、その結果スパッタリングされて対象物に付着する付着物の量も少ない。

【0026】更にその付着物は絶縁体であるので、半導体製品などの電気信号を授受する用途に用いられる部品や絶縁材料などを活性化した場合でもトレイに起因する付着物が信号線や電極のショートあるいは絶縁抵抗の劣化を招くことがない。

【0027】ガス精製器により粒子ビーム源へ供給するガスを純化することにより、対象物の表面に付着或いは表面と反応する有機物、水蒸気、酸素、一酸化炭素、二酸化炭素などの不純物が減少し、活性化された表面を再汚染させることなく保持することが可能となる。

【0028】一般にビーム電圧或いはビーム電流は粒子ビーム源に供給されるガス量に依存する。従ってビーム電圧或いはビーム電流によってフィードバック制御を行ったガス流量調整器を通して粒子ビームへガスを供給することにより、ビーム電流及びビーム電圧を目的とする値に保ちつつ活性化することができる。

【0029】ここで本発明のフィードバック制御とはビーム電圧或いはビーム電流を検出しビーム電圧或いは電流の設定値との差 $\Delta V$ を適当なフィードバックゲイン $G$ により制御信号 $\Delta S$ に変換し $\Delta S$ をもって $\Delta V$ 近づくようにガス流量調整器を制御することをいう。これにより一定のビーム電圧或いは電流でビーム照射することができる。

【0030】本発明者の検討したところ、この制御を行わないとビーム照射中にビーム電圧が変化する。電圧が増大すると素子の破壊を招き減少すると十分に活性化されない。よってフィードバック制御により常に最適電圧に保つことが望ましいとの結論に至った。

【0031】真空中ではガスの対流がないので、ビーム射出穴を通して落下するビーム源内の付着物や反応生成物は鉛直方向に落下する。従って全てのビーム射出用穴の鉛直方向への投影が対象物と重ならない位置にビーム源を設置することによりビーム射出用穴からの落下物が対象物を汚染することがない。

【0032】粒子ビームのスパッタリング作用にてスパッタリングされた対象物、トレイ、装置内壁などの構成材料は主に装置内表面の粒子ビームが照射されない部分に堆積する。この堆積速度は温度に依存し、温度が高いほど堆積速度は遅くなる。

【0033】その結果一定時間後の堆積量は温度が高いほど少ない。堆積量がある程厚くなると堆積物は剥離し落下して対象物の汚染を引き起こすので、対象物より上に位置する装置内部を加熱し、下に位置する装置内部を冷却することにより堆積物を対象物より下に優先的に集めることができ装置内を清掃する間隔を長くとることが可能である。

【0034】ビームの密度は個々の穴から射出されたビームの重ね合わせとなるのでグリッドに形成されたビーム射出用穴の直径、配置に分布を持たせることにより、照射領域の特定の部分のビーム密度を目的とする値にすることができる。

【0035】粘性流領域では微小な汚染物粒子は気体の流れにのって移動するので、粘性流領域での装置内の真空排気を粒子ビーム源を通して行うことにより粒子ビーム源内で発生する付着物や反応生成物などの汚染物粒子が装置内へ移動しないので、装置内及び対象物を汚染することがない。

【0036】アトムビームは電荷を持たない粒子のビームであるので、半導体部品を照射した場合にも電荷のチャージアップによる回路素子の破壊がない。また絶縁体を照射した場合もチャージアップによってビームが反発されることがなく活性化を行うことができる。尚、本発明はイオンビームにも流用できる。

【0037】更にアトムビームは必要最小限の雰囲気圧力（例えば $10^{-4}$  torr台）でビーム照射が可能である。これは必要な量だけのガスを供給できるからである。供給ガス量が多ければ雰囲気圧力は高くなり、逆に供給ガス量が少なければ雰囲気圧力は低くなる。圧力を低くして真空に近づけることができれば活性化効率、エッチング効率が高くなり、つまり良くエッチングできる。雰囲気中にあるガス分子によってビームが散乱される確率が少ないからであり、よって有効にビームが衝突する確率が当然高くなる。

【0038】イオンビームによる活性化においてアトムビームと異なる点は、対象物が絶縁体の場合或いはアースから絶縁された導体の場合はイオンによる電荷のチャージアップを中和することを目的として電子線源を用いて対象物に電子を与えることが必要な点にある。対象物がC-MOSトランジスタが形成されたLSI等電荷により破壊され易いものは、電子線により電荷を中和しても破壊を防止できない場合がある。

【0039】対象物を載せるセラミックス製或いはセラミックスコーティングされたトレイ表面層の構成材料はスパッタリングイールドが小さいので、スパッタリングされたトレイ或いはトレイ表面層の構成材料で対象物を汚染することが少ない。またセラミックスは絶縁体であるので対象物表面に電極等がある場合や対象物が絶縁体の場合にもショートや絶縁体の絶縁抵抗の劣化を招くことがない。

【0040】尚、従来トレイに金属を用いていた理由はイオンビームの場合はチャージアップを防ぐ為に導電性材料とする必要があったからである。但し本発明はイオンビームの使用を妨げない。

【0041】またガス精製器は粒子ビーム源に供給されるガスを純化して対象物の汚染を引き起こす有機物、水蒸気、酸素、一酸化炭素、二酸化炭素などの不純物ガス

を除去するので、活性化された対象物表面が再汚染されるのを防ぐことができる。

【0042】ビーム電圧或いはビーム電流によってフィードバック制御された流量調整器を通してガスを粒子ビーム源に供給することにより、ビーム電圧及びビーム電流を目的の値にコントロールすることができる。

【0043】装置内の対象物よりも上に位置する部分を加熱し、下に位置する部分を冷却することにより、対象物、トレイ、装置内壁などの粒子ビームによるスパッタリングに起因する堆積物が対象物より下に優先的に集まるので、装置内を清掃する間隔を長くとることが可能である。

【0044】ビーム源内を排気する排気口を設けることにより、ビーム源内で発生する汚染物粒子をビーム源内の気体と共に排気することができるので、装置や対象物を汚染物粒子で汚染することがない。

【0045】

【実施例】以下、本発明の活性化方法及び装置の実施例を図面に従って説明する。複数個のはんだバンプが形成されたLSIチップの活性化装置（SIチップ上に複数個のはんだボールが形成された例）について図1を用いて説明する。

【0046】複数個（例えば528個）のはんだバンプ10Aが形成されたLSIチップ10（例えば $4 \times 4 = 16$ 個）をセラミックス製トレイ11（例えばAIN製 $90 \text{ cm} \times 90 \text{ cm}$ ）に載せ、扉17を介してアトムソース1が装備された真空容器15内の回転ステージ12上に配置し、アトムソース1に設けられた排気口8及びバルブ8Aを介して図示しない真空排気ポンプにより装置内を $10^{-4}$  Paまで粗引きする。

【0047】次に排気系を切り変えて排気口16より図示しない真空排気ポンプを用いて装置内を $10^{-4}$  Paまで排気する。

【0048】その後、ガス精製器18を通して物理的及び化学的に水分、油脂分、酸素、一酸化炭素、二酸化炭素を除去した超高純度Arガス（Arガス中の $\text{H}_2\text{O}$ は100ppb以下、露点203K以下）をビーム電圧によってフィードバック制御されたガス流量調整器5を通し、バルブ6及びガス導入ライン7を介してアトムソース1に供給する。

【0049】しかる後高圧ケーブル4Aを介してアトムソース電源4によりアトムソース1内の陽極2及び陰極3の間に電圧をかけ、冷陰極放電を生じさせて陰極3に設けた穴よりアトムビーム9を射出させる。ガス流量調整器5は信号線4Bによりアトムソース電源4と接続され、電圧のフィードバックを受けてArガス流量を調整するので、所定の電圧で安定してビームを発生させることができる。

【0050】そしてアトムソース1から発生するArアトムビーム9を前記LSIチップ10に2分間照射す

る。尚、Arアトムビーム9を均一に照射するため、回転ステージ12を回転導入機14及び回転軸13により真空外から動力を与えて回転させる。

【0051】15Aはビームが直接チャンバ壁面に当たらないようにして設けた保護板でありスパッタリングイー

ルドの小さい、例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等で構成している。  
【0052】活性化装置の外壁のLSIチップ10よりも高い部分にはヒータ19が巻かれており加熱されている。LSIチップ10よりも低い部分は冷却用水冷パイ

プ20により冷却されている。この加熱及び冷却により、アトムビーム1によりスパッタリングされた粒子はLSIチップ10よりも下の装置内壁に優先的に付着するので、装置内を清掃する間隔を長くとることができる。

【0053】また陰極3に設けられた穴の鉛直方向の投影がLSIチップ10と重ならない位置にアトムソース1を配置したので、陰極3に設けられた穴から落下する汚染物がLSIチップ10を汚染することがない。

【0054】本発明者の実験によれば、アトムソース1への印加電圧を1.0kV、電流を300mA、陰極3とLSIチップ10との距離を230mmとし、Arガスを流しつつ約 $1 \times 10^{-1}$ Paの圧力で2分間照射することにより、はんだパンプ10Aに形成されている酸化皮膜を約10nm除去することができ、十分に活性化が行われた。

【0055】またアトムビーム9は電荷を待たない粒子ビームなので、LSIチップ10にチャージアップを引き起こすことがなく、回路素子の破壊や機能低下などのダメージも認められなかった。

【0056】尚、本実施例では、はんだボールが形成されているLSIチップの活性化について説明したが、LSIチップを実装するための基板、セラミックス部品、金属部品、Siウエハなどの活性化も全く同様に行うことができる。

【0057】本実施例では粒子ビーム源としてアトムソースを用いているが、対象物が金属などの良導体であるときは、アトムソースの代わりにイオンソースを用いることによって全く同様に活性化ができる。

【0058】また、本実施例では粒子ビーム源に供給するガスとしてArガスをを用いたが、Neガス、Xeガス、Krガスでも同様に活性化ができる。

【0059】酸化物の活性化にはO<sub>2</sub>ガスによる活性化も効果がある。同様に窒化物に対してはN<sub>2</sub>ガスによる活性化も効果がある。

【0060】トレイ11上へのLSIチップ10の搭載例を図2に示す。また図1の活性化装置のアトムビーム源構造を図3に断面図として示す。50はケース、51はコネクタ、52はグリッドである。

【0061】次にビーム電流を一定値に制御する場合のアトムソースのフィードバック制御方法の実施例を図4

を用いて説明する。

【0062】ガス精製器18を通して物理的及び／または化学的に水分、油脂分、酸素、一酸化炭素、二酸化炭素を除去した超高純度Arガス（Arガス中のH<sub>2</sub>Oは100ppb以下、露点203k以下）をガス流量調整器5、バルブ6及びガス導入ライン7を介してアトムソース1に供給する。

【0063】アトムソース1はビーム電流を一定とした場合にはArガス流量を減少させるとビーム電圧が上昇する特性を有している。そこで目的のビーム電流及びビーム電圧でビーム照射した時のArガス流量を予め求めておき、ビーム照射に先立ちそのArガス流量よりも多くのArガスを流しておく。

【0064】次に高圧ケーブル4Aを介して高圧電源4Hによりアトムソース1内の陽極2及び陰極3の間に電圧をかけ、冷陰極放電を生じさせる。この様な方法でビーム照射を開始すると、目的とするビーム電圧を超えることなくビーム照射を開始することができる。

【0065】ガス流量調整器5はアトムソースコントローラ4Cと制御用信号線4Bにより接続されているので、ビーム照射開始後高圧電源4H及び制御用信号線4Dを用いてアトムソースコントローラ4Cによってビーム電圧を監視しつつビーム電圧が目的の値となるようにArガス流量を調整する（フィードバック制御）ことができる。これによりビーム電圧を目的とする値に保ちつつビーム照射を行うことができる。

【0066】アトムソースへの冷却水の供給は冷却水供給ライン22を介して行われる。フィルター21を通ることにより冷却水中の異物が取り除かれ、流量計23Aにより流量が監視される。冷却水流量が所定の値よりも少なくなった場合には信号線23Bによりアトムソースコントローラ4Cにインターロックがかけられ、アトムソースが過熱から保護される。

【0067】また真空容器15内の圧力は圧力計24Aによって監視されている。容器内圧力が大気圧の場合には真空容器15が大気開放されている可能性があるので、安全のために信号線24Bによりアトムソースコントローラ4Cにインターロックがかけられる構成となっている。

【0068】本実施例はビーム電圧を監視しつつビーム電圧が目的の値となるようにフィードバック制御する例を示したが、ビーム電流を監視しつつビーム電流が目的の値となるようにフィードバック制御することにより、一定のビーム電流でビーム照射を行うことができる。またアトムソースのかわりにイオンソースを用いても全く同様にフィードバック制御することができる。

【0069】アトムソースあるいはイオンソースによって一定のビーム電圧あるいは一定のビーム電流でビーム照射を行うには、真空容器15を排気するポンプの吸気口バルブを調整して実効排気速度を調整する方法もあ



る。この場合ビーム電流を大きくするには吸気口バルブを絞って実効排気速度を小さくし雰囲気圧力を増大させる必要がある。

【0070】しかし雰囲気圧力が増大するとビームを形成する粒子と雰囲気中の粒子とが衝突してビームが散乱される確率が高くなり、ビームが照射対象物に有効に到達しなくなる。本実施例によればポンプの吸気口バルブは全開として雰囲気圧力を低くした状態でビーム電流あるいはビーム電圧を制御するのでビームが照射対象物に有効に到達し、短時間のビーム照射で活性化を行うことができる。

【0071】図5を用いてはんだパンプが形成されたLSIチップを回転させつつアトムビームにより活性化する場合の最適ビーム照射角度について説明する。

【0072】図5にはLSIチップ30上に直径200μmのはんだパンプ31A及び31Bが250μmの間隔で形成されている様子を拡大して示してある。LSI表面のはんだパンプが形成されていない部分はSiO<sub>2</sub>保護膜により被覆絶縁されている。LSIチップにアトムビームを照射するとはんだ及びSiO<sub>2</sub>保護膜がスパッタリングされる。

【0073】はんだのスパッタリングイールドはSiO<sub>2</sub>よりも1桁程度大きいので、スパッタリングによってはんだから多量の粒子が飛散しSiO<sub>2</sub>保護膜上にはんだ薄膜となって付着する。はんだ薄膜は導電性を有しており、はんだパンプ31Aと31Bとの間のSiO<sub>2</sub>保護膜がはんだ薄膜で覆われるとパンプ間のショートを引き起こす。

【0074】例えばはんだパンプ31Bの点Bを通るはんだパンプ31Aの接線35A ( $\theta=42^\circ$ ) に沿ってアトムビームを入射した場合にははんだパンプ31Bからスパッタリングされたはんだ粒子がSiO<sub>2</sub>保護膜上のA部に付着するが、A部ははんだパンプ31Aによってビームの影になっているので、一旦付着すると除去されることがない。その結果はんだパンプ31Aとはんだパンプ31Bとはショートする。

【0075】これを防止するには、SiO<sub>2</sub>保護膜にも常にビームを照射し、付着したはんだ薄膜を再度スパッタリングによって除去すればよい。すなわち $\theta$ を $42^\circ$ 以下にする必要がある。

【0076】一方点Bにおけるはんだパンプ31Bの接線35Bの $\theta$ は $38^\circ$ であるので、はんだパンプ31Bの全面をビーム照射するためには照射角度を $38^\circ$ 以上にする必要がある。したがってアトムビームの照射角度を $38^\circ$ を超えて $42^\circ$ 未満とすれば良いことになる。図5に示す場合には照射角度を $40^\circ$ としている。

【0077】以下、本発明を用いたフラックスレスCCB接合プロセスの実施例を図6により説明する。

【0078】LSIチップ30上には複数個のはんだパンプ31が形成されており、セラミック基板32上には

複数個のAu電極33がメタライズにより形成されている。

【0079】まずLSIチップ30上のはんだパンプ31とセラミック基板32上のAu電極33に $10^{-3}$ Pa台の圧力の真空中でArアトムビーム9を照射する。なお、Arアトムビーム9を均一に照射するため、複数個のはんだパンプが形成されたLSIチップ30及びセラミック基板32は照射中回転させる方が望ましい。

【0080】本接合例では被接合材の一部が半導体あるいはセラミックスであることから、アトムビームにより接合面の清浄化を図っている。Arアトムビームの照射により清浄化されたはんだパンプ及びAu電極の再汚染を防止することを目的として超高純度Arガス雰囲気中でLSIチップ30を反転しセラミック基板32と位置合わせしたのち密着させて固定する。

【0081】はんだパンプ31とAu電極33の表面はArアトムビーム9の照射により清浄化されているのでフラックスを用いることなく接触するのみで接合が生じる。その後、所定の温度まで加熱し、はんだパンプ31を溶融させる。この溶融によって、はんだの表面張力によりLSIチップ30の位置ずれを自己調整でき、また、はんだパンプ31とAu電極33との接合部の信頼性が向上する。

【0082】尚、本実施例でははんだパンプが形成されているLSIチップとセラミック基板の接合について説明したが、はんだパンプが形成されたLSIチップと電極が形成されたLSIチップとの接合、及びはんだパンプが形成されたセラミック部品と電極が形成されたセラミック基板との接合も全く同様に行うことができる。

【0083】また、本実施例では、粒子ビーム源としてArアトムソースを用いているが、被接合材が金属などの良導体であるときはアトムソースの代わりにイオンビームを発生するイオンソースを用いることによって全く同様に接合ができる。

【0084】本実施例では、接合中の雰囲気ガスとしてArガスをを用いているが、Arガス以外の不活性ガスあるいはN<sub>2</sub>ガスをを用いても同様に接合できる。

【0085】図7、図8及び図9を用いてワークを回転させつつ粒子ビームにより活性化するのに適した粒子ビームの陰極形状の実施例を説明する。従来の粒子ビーム源を図8に示す。この粒子ビーム源はケース50、陽極2及び陰極3からなり、陰極3にはビーム射出用の穴3Aが設けられている。

【0086】従来のビーム源では穴3Aは陰極3上に均一に形成されている。この場合のビーム照射密度分布を図9により説明する。図9の(a)は従来の粒子ビーム源により回転ステージ12上のワークを照射する場合の回転ステージ12上でのビーム密度分布を示している。中心から密度100%の領域40、密度80%の領域41、密度60%の領域となっている。

【0087】ステージ12の中心Oに置かれたワークは常に領域40にあるため、常にビーム密度が高くエッチングされる速度（エッチングレート）が高い。一方ステージの周辺Aに置かれたワークはビーム密度の高い領域と低い領域とを通過するためエッチングレートはステージ中心よりも低くなる。すなわち同一ステージ上でエッチングレートのバラツキが生じる。

【0088】これに対し図9の(b)に示すビーム密度分布を有するビームを形成し、ステージの周辺Aに置かれたワークと中心付近に置かれたワークとのビーム密度の100%未満にすることにより、同一ステージ上でエッチングレートのバラツキを減少させることができる。

【0089】図9の(b)に示すビーム密度分布を有するビームを形成するための粒子ビーム源の実施例を図3及び図7を用いて説明する。粒子ビーム源はケース50、陽極2及び陰極3（カーボン製）からなり、陰極3にはビーム射出用の穴3Aが設けられている。陽極2に沿って形成されているビーム射出用の穴3Aの数が多いほどビーム密度が100%の領域の陽極2に沿った方向の幅は広くなる傾向を示す。

【0090】従って図9の(b)に示す通り、ビーム源中心から離れるに従い陽極2に沿った方向にビーム射出用の穴3Aの数を増加させた構造とすれば、ビームの中心では密度が低く、中心から離れるに従いビーム密度が100%の領域が広がるビームを形成することができる。

【0091】

【発明の効果】本発明によれば、活性化方法を複数の対象物をセラミックス製あるいはセラミックスコーティングされた金属製トレイで保持し、ビーム電流によってフィードバック制御される流量調整器を通してガスを粒子ビーム源に供給しつつ活性化するものとしたので、複数の対象物を再汚染させることなく所定のビーム電圧、ビーム電流にて活性化することができる。

【0092】粒子ビームが射出される穴の鉛直方向への投影が対象物と重ならないよう配置すると、粒子ビームから落下する汚染物粒子で対象物を汚染することがない。

【0093】対象物より上に位置する装置内壁を加熱してスパッタされた粒子が付着しにくくし、対象物より下に位置する装置内壁を冷却してスパッタされた粒子が付着し易くすると、装置内壁を清掃する間隔を長くとることができる。

【0094】更に粒子ビーム内に堆積している付着物や

反応生成物を排気する排気口を設ければ、真空排気時に粒子ビーム源内の付着物や反応生成物が装置内部や対象物を汚染することがない。

【0095】また、活性化装置は特に粒子ビーム源に供給するガスの純化手段を設け、粒子ビームや装置内壁から汚染物粒子が落下するのを防止する手段を設けたので、対象物を再汚染することなく活性化でき、粒子による汚染のない半導体部品の活性化を行うことができる。

【0096】更に粒子ビームにより電氣的に損傷を受け易い半導体部品なども損傷を与えることなく活性化が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の活性化装置に係る一実施例の正面図である。

【図2】本発明の活性化装置に用いるトレーとチップの配置を示す平面図である。

【図3】本発明の活性化装置に用いる粒子ビーム源の断面図である。

【図4】本発明の活性化装置によるLSIチップの活性化方法の実施例を示すブロック図である。

【図5】本発明の活性化装置による活性化方法の実施例を示すLSIチップの断面模色図である。

【図6】本発明の活性化装置によるLSIチップのCCB接合プロセスの例のフロー図である。

【図7】本発明の粒子ビーム源例の正面図である。

【図8】従来の粒子ビーム源例の正面図である。

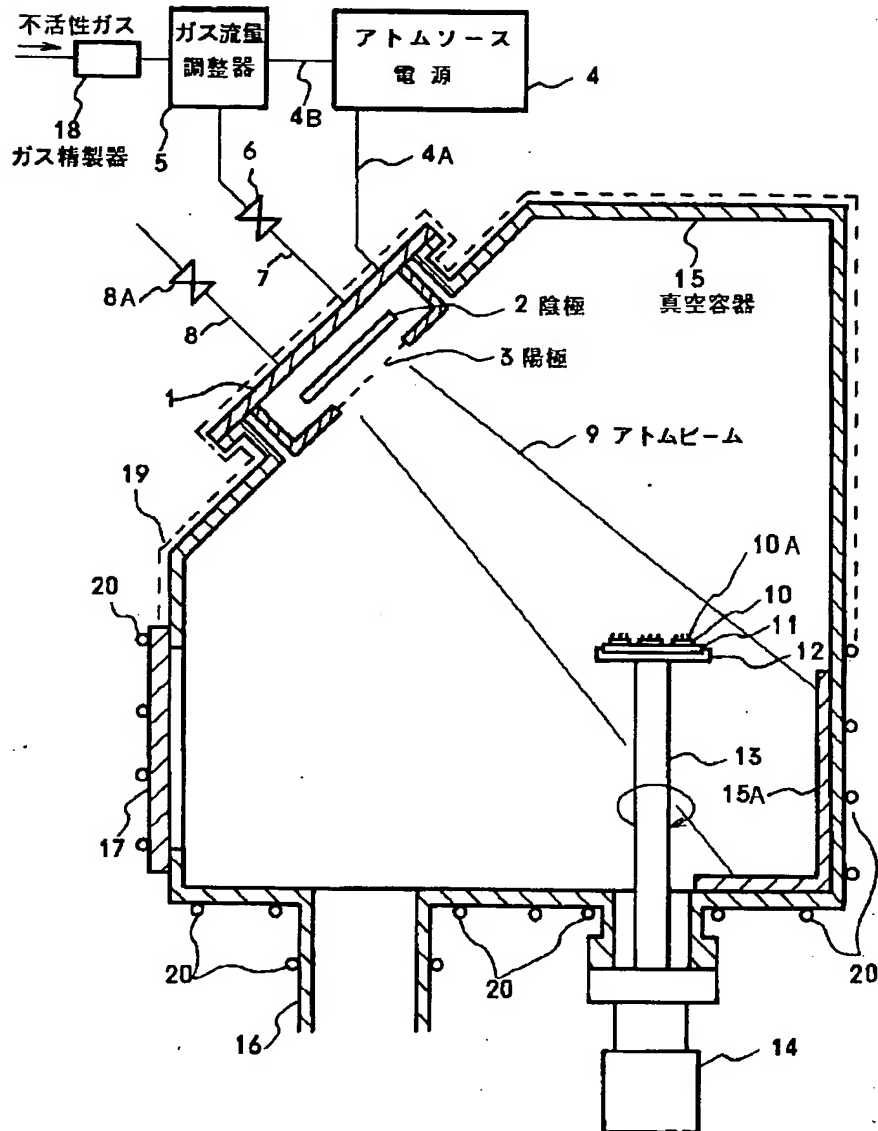
【図9】本発明の粒子ビーム源に係るビーム照射密度分布の正面図である。

【符号の説明】

1…アトムソース、2…陽極、3…陰極、3A…ビーム射出用穴、4…アトムソース電源、4A…高圧ケーブル、4B…制御用信号線、4C…アトムソースコントローラ、4D…制御用信号線、4H…高圧電源、5…ガス流量調整器、6…バルブ、7…ガス導入ライン、8…排気口、8A…バルブ、9…アトムビーム、10…LSIチップ、10A…はんだポンプ、11…セラミックス製トレイ、12…回転ステージ、13…回転軸、14…回転導入機、15…真空容器、16…排気口、17…扉、18…ガス精製器、19…ヒータ、20…水冷パイプ、21…フィルター、22…冷却水供給ライン、23A…流量計、23B…信号線24A…圧力計、24B…信号線、30…LSIチップ、31…はんだポンプ、31A、31B…はんだポンプ、32…セラミック基板、33…Au電極、35A…接線、35B…接線、50…ケース。

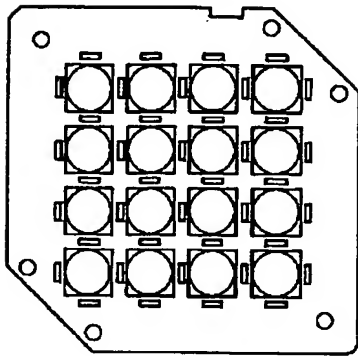
【図1】

## 活性化装置例（図1）



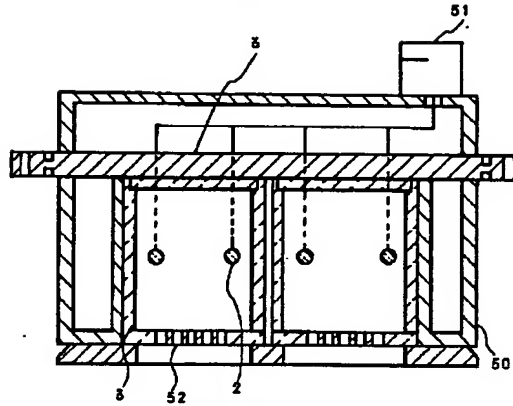
【図2】

トレー上のチップの配置例（図2）



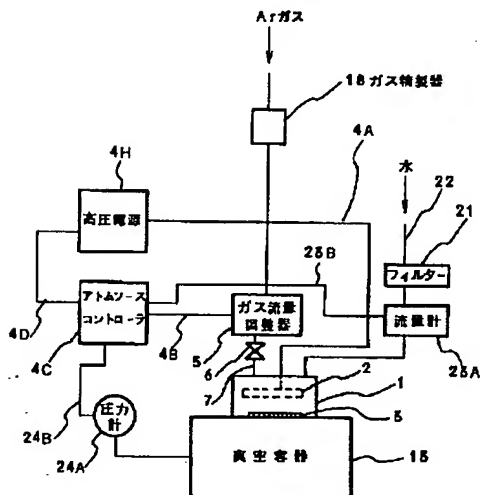
【図3】

粒子ビーム源断面図（図3）



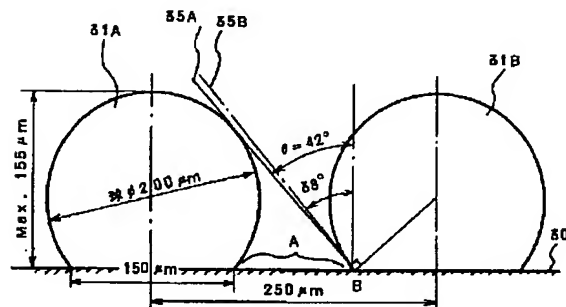
【図4】

アトムソースのフィードバック制御方法（図4）



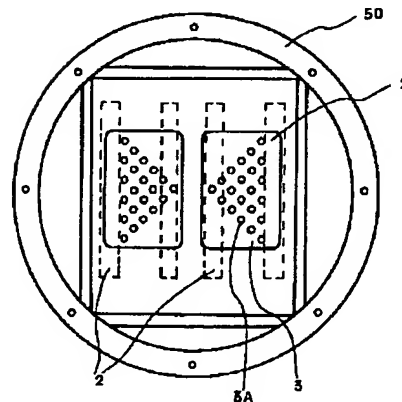
【図5】

LSIチップの活性化方法（図5）



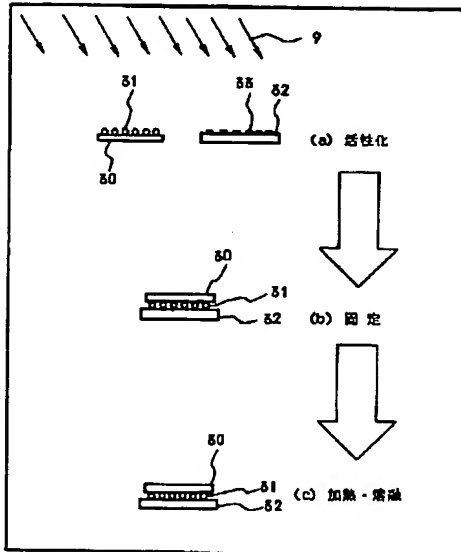
【図7】

粒子ビーム源例（図7）



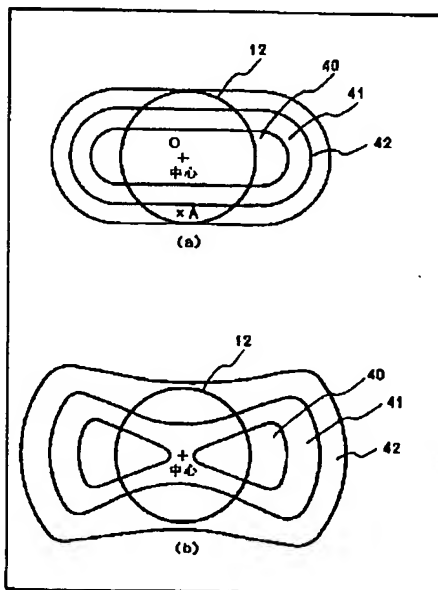
【図6】

LSIチップのCCB結合プロセス（図6）



【図9】

粒子ビーム源によるビーム照射密度分布（図9）



【図8】

従来の粒子ビーム源例（図8）

